

Software e innovación: desarrollando productos con hardware y software flexible

Daniel Díaz, Sandra Oviedo, Leandro Muñoz, Francisco Ibañez,

Universidad Nacional de San Juan, Facultad de Ciencias Exactas Físicas
y Naturales, Instituto de Informática y Departamento Informática

{ddiaz, soviedo, lmuñoz, fibannez}@iinfo.unsj.edu.ar

Resumen. Desde hace un tiempo la innovación se ha transformado en la fuente más importante de generación de valor y competitividad. En este contexto el software ha dejado de ser una tecnología de soporte oculta e invisible a los clientes para transformarse en el eje conductor del proceso creador de valor. Como consecuencia la ingeniería de software y la ingeniería de innovación tienen el desafío de integrarse y complementarse para adecuarse a los desafíos actuales. Este trabajo expone la importancia de la relación software e innovación y relata una experiencia académica que las vincula con el objeto de motivar el espíritu innovador de los alumnos, la misma se enfoca en el desarrollo de productos que tienen como base al software y hardware flexible.

Palabras claves: Software e Innovación, Software Flexible, Desarrollo de Productos Basados en Software

1 Introducción

Desde el surgimiento de la era de la computación, software, hardware e industria han vivido una sinergia. Cada cambio importante en el hardware y software ha sido influenciado por la industria y a su vez las nuevas tecnologías impulsadas por los cambios en el hardware y software han producido cambios en la industria.

Disponer de Software Flexible ha sido un anhelo desde el surgimiento del MRP (planificación de requerimientos de material) en los 1960 hasta la Cloud Manufacturing del 2010. Sin embargo el término software flexible ó software flexibilidad no tiene una definición concreta, esta depende de la perspectiva que se enfoque. Por ejemplo, desde una perspectiva sistémica Zhao [1] ha propuesto dos conceptos relacionados con la flexibilidad del software: la adaptabilidad del sistema y la versatilidad del sistema. Nelson y otros [2] definen a la flexibilidad de la tecnología como las características de la tecnología que permiten habilitar ajustes u otros cambios a los procesos de negocio. Desde la perspectiva del desarrollo de software la flexibilidad es una temática actual. Una gran cantidad de técnicas y métodos tiene a la flexibilidad como objetivo. Por ejemplo, el desarrollo dirigido por modelos, las líneas de productos de software, la programación generativa son paradigmas que intentan construir fábricas de software que permitan generar software a partir de solo describir un modelo que la fábrica de software interpreta para generar

una aplicación o software [3]. Esto es claramente un proceso de desarrollo flexible que permite modelar rápidamente los cambios que se producen en el ambiente y generar el código ejecutable que satisface a las nuevas necesidades.

Por otro lado, el Hardware flexible o hardware flexibilidad ha sido uno de los pilares que ha guiado la constante evolución del hardware. Desde el surgimiento de los circuitos integrados se ha buscado dispositivos electrónicos altamente personalizables, adaptables a diversos usos, de interface sencilla, e interoperables. Todas estas características que definen un hardware flexible. Solo basta analizar la evolución de los microprocesadores para observar como estos han incrementado notoriamente su flexibilidad.

Hoy en día un nuevo movimiento denominado Hardware de Código Abierto ó Open Source Hardware está revolucionando la forma en la cual los productos serán diseñados, construidos y comercializados en un futuro. El Hardware de Código Abierto combina hardware y software flexible en una plataforma. Físicamente, este tipo de plataformas consiste en una placa basada en un microcontrolador que tiene entradas y salidas programables más un entorno de desarrollo de software. Es el software que permite transformar este hardware en un producto concreto. Este movimiento está facilitando el acceso a nuevas tecnologías de vanguardia a pequeños emprendedores quienes pueden desarrollar sus ideas tecnológicas con una muy baja inversión. Esto ha revalorizado aun más la creatividad y el poder innovador de una persona y está contribuyendo notablemente a establecer una nueva era, la era de la innovación.

Este artículo tiene por un objeto mostrar mediante el uso de una plataforma de hardware de código abierto cómo software e innovación es un mix interesante que puede ser utilizado para concretar ideas con alto contenido tecnológico utilizando un presupuesto de bajo costo.

2 Software e Innovación

Cada vez más la economía está pasando de una economía basada en el conocimiento a una economía basada en la creatividad y la innovación [4-6]. Un estudio realizado por Siemens pone de manifiesto que hoy en día hasta el 70% de los ingresos de una empresa es generado por productos o características que no existían hace cinco años [7]. Además de esto, el 90% de los gerentes de empresas en sectores como la aviación, del automóvil, el farmacéutico, y las telecomunicaciones consideran la innovación como algo esencial para alcanzar sus objetivos estratégicos [4]. "El dilema del innovador" [8] ya no es, en muchos casos, un dilema para las empresas que desarrollan productos, la innovación se ha convertido en una necesidad absoluta para hacer frente a los desafíos globales y las tendencias del futuro.

Una observación importante a realizar en este contexto es que el software es incrementalmente usado como el instrumento para hacer innovación: "el software es el motor de la innovación". Esta tendencia no sólo es válida dentro de los nichos de mercado específicos, sino que el software es un elemento relevante en una amplia gama de sectores. Software ya no es una tecnología de apoyo, sino que este toma un papel esencial en el proceso de creación de valor.

Ser "el primero" es importante si se quiere ser innovador. Por eso, muchas empresas están compitiendo en una carrera por hacer punta en el mercado. El ciclo de vida del producto se está reduciendo a un ritmo constante, hoy en día, pocos son los productos con un ciclo de vida de un año o más.

2.1 Desarrollo Flexible y desarrollo de software flexible

La necesidad de ser el primero, la carrera por la punta del mercado, y el dilema de la innovación conducen a una necesidad de obtener flexibilidad. Desarrollo flexible es la capacidad de responder rápidamente a las nuevas necesidades del mercado y las peticiones del cliente. Se trata de aumentar la velocidad a la que las innovaciones y las ideas son llevadas al mercado. Las empresas sienten la necesidad creciente de ofrecer productos a tiempo. En este contexto y desde la perspectiva del desarrollo de software es necesario introducir el concepto y las técnicas necesarias para llevar a cabo el desarrollo flexible. Desde este punto de vista se puede definir al desarrollo de software flexible como el proceso que permite el desarrollo flexible.

2.2 Innovación y Software Flexible

Como se ha mencionado en algunos párrafos anteriores, la innovación se ha convertido en una necesidad absoluta para hacer frente a los desafíos globales y las tendencias del futuro. De esta necesidad surge el software flexible que es uno de los elementos necesario tanto para hacer frente a los cambios que producen la innovación como así también para ser innovadores.

3 Ingeniería de la Innovación e Ingeniería de Software

El principal desafío de la industria del software siempre ha sido entregar productos de software a tiempo, adecuados a presupuestos pre-establecidos y con una calidad aceptable, esta ha sido y es la tarea de la Ingeniería del Software. En este campo importantes logros se han alcanzado, mediante un conjunto de herramientas muy bien logradas en áreas tales como desarrollo de software, gestión de recursos tecnológicos, arquitectura de software, análisis de requerimientos, calidad de software, testing automático, entre otras.

A lo largo de la historia de la industria diversas estrategias y tácticas han sido planteadas para generar valor. Desde hace un tiempo se perfila la innovación como la más importante fuente de generación de valor y competitividad [9], es decir que para ser competitivas, las compañías deberán ser innovadoras. En un vasto sector industrial la innovación está dejando de ser una palabra para transformarse en una acción. Las empresas están llevando a la práctica la innovación mediante lo que se conoce como gestión de la innovación, esta encierra a un conjunto de prácticas tales como la generación de las ideas, gestión de las mejoras de productos, gestión del ciclo de vida de productos, etc. Desde la academia estas prácticas se han ordenado formando un proceso que se conoce como Ingeniería de la Innovación. Por ejemplo, en [10] se

describen ampliamente 16 prácticas que realizan las empresas mas innovantes, el autor las denomina prácticas de ingeniería de la innovación.

Un cambio importante en lo que respecta al software y la generación del valor está ocurriendo hoy en día y es que el software ha dejado de ser una tecnología de soporte oculta e invisible a los clientes para transformarse en el eje conductor del proceso creador de valor.

Como consecuencia la ingeniería de software y la ingeniería de la innovación tienen el desafío de integrarse y complementarse para adecuarse a los desafíos actuales. Desde la perspectiva de la ingeniería de la innovación existe la necesidad de conocer más acerca del software y sus procesos. Mientras que desde la ingeniería del software es necesario aprender más sobre el proceso innovador para aprovechar las nuevas oportunidades que está ofreciendo el software en la generación del valor a través de la creación de nuevos productos y servicios.

4 Plataformas de hardware abiertas

La OSHWA (Open Source Hardware Association) [11], o asociación de hardware de código abierto en su declaración de principios establece que “el hardware de código abierto es el hardware cuyo diseño se hace disponible públicamente para que cualquiera pueda estudiarlo, modificarlo, distribuirlo, hacer y vender el diseño o hardware basado en ese diseño. El código fuente del hardware, el diseño a partir del cual está hecho, está disponible en el formato preferido para realizar modificaciones en él ". Téngase en cuenta que el hardware de código abierto se refiere específicamente a compartir los archivos de diseño digital de objetos físicos; si bien se apoyan otras formas de compartir, creemos que es importante tener claro el significado de hardware de código abierto.

A pesar que el movimiento de código abierto es muy reciente hay una amplia comunidad de empresas, individuos y grupos que están diseñando y haciendo hardware de código abierto. El ejemplo más conocido es la plataforma de hardware y software flexible “Arduino”, que es objeto de estudio de este artículo. La mayoría de las impresoras 3D que están apareciendo en el mercado son open source hardware (RepRap, MakerBot, Tantilus). Recientemente, una plataforma de juegos denominada OUYA está por ser lanzada al mercado este año [12]. En estos tres ejemplos presentados no solo el hardware es open source sino el software que permite que los dispositivos cobren vida también es open source. Una cuestión importante a tener en cuenta es que el open source es un fenómeno multiplicador de producto innovantes. Por ejemplo OUYA abrirá nuevas fronteras en el mercado de los videos juegos, de la televisión de alta definición vía internet, nuevos e innovadores productos surgirán a partir de OUYA. Este camino ya está demostrado con la plataforma Arduino. Hoy en día existe un numeroso conjunto de accesorios que se pueden adjuntar a un Arduino transformando a este en artefacto especializado. Así es posible transformar un Arduino en robot, en una alarma domiciliaria, en un control de riego. Estas plataformas son excelentes medios para explotar la creatividad y transformar ideas en producto innovantes.

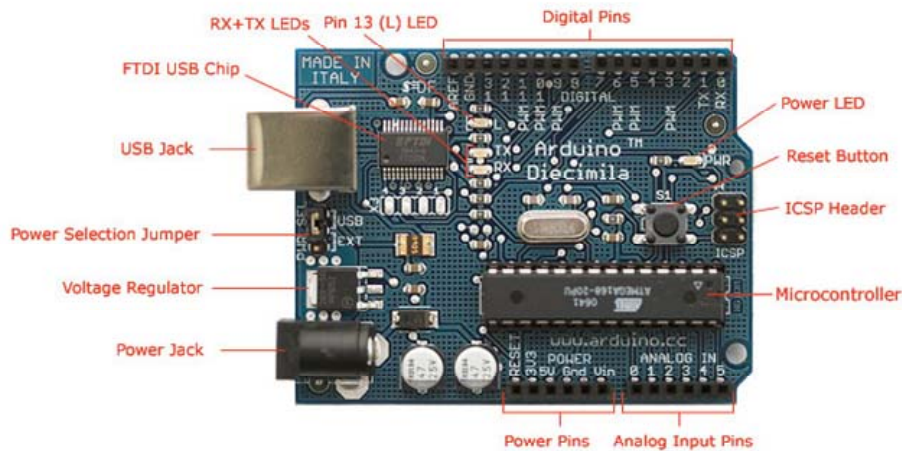
5 Arduino

Arduino es un plataforma de hardware abierta basada en una tarjeta electrónica que posee entradas y salidas más un ambiente de desarrollo basado en el lenguaje Processing. Se puede usar para desarrollar objetos interactivos de funcionamiento independiente u objetos que se conectan a una computadora y que pueden interactuar con ella. Por ser un hardware open source la tarjeta puede ser construida por uno mismo o se puede comprar preensamblada. El ambiente de desarrollo o IDE (Integrated Development Environment) se puede descargar desde www.arduino.cc.

Existen diferentes modelos de Arduino, en Fig. 1 se puede observar el Arduino Diecimila. Se pueden ver las entradas y salidas, la conexión USB que permite conectarlo a la computadora para su programación, la conexión a fuente de alimentación y la descripción de la ubicación de cada uno de los circuitos integrados.

El costo de un Arduino Duemilanove Atmega328 "hecho en China" es alrededor de los 25 dólares. En Argentina, el Arduino original "made in Italy" se puede conseguir por 200 pesos. El diseño de la placa de Arduino permite agregar "módulos" llamados "shields" concatenándolos, que expanden la conectividad y aplicaciones del sistema y/o reducen la carga computacional del microcontrolador. Los módulos más comunes son de GPS, tarjeta SD, ethernet, Xbee (wireless), bluetooth, touchshield, leds e I/O expandidos, entre otras.

El microcontrolador por defecto no posee sistema operativo (lo cual es lógico). Tan solo existe un bootloader que carga el programa y lo inicializa.



Photograph by SparkFun Electronics. Used under the Creative Commons Attribution Share-Alike 3.0 license.

Fig. 1 Arduino diecimila. Imagen tomada de SparkFun.

En Fig. 2 se muestra el aspecto del ambiente de trabajo que permite programar la tarjeta Arduino.

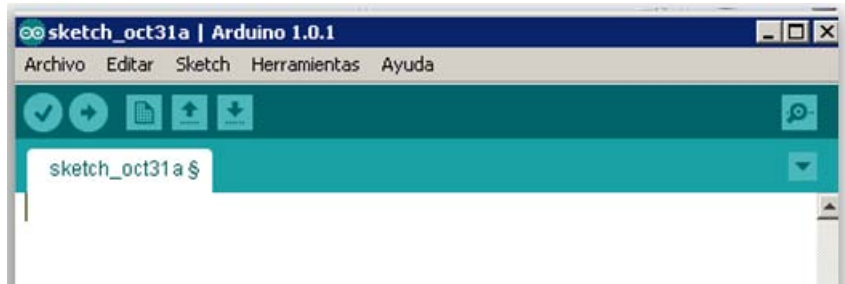


Fig. 2 Ambiente de desarrollo de software de Arduino

El proceso de generación de un producto con Arduino simplificado se inicia con una idea, la cual se plasmara en un prototipo. Se conecta el Arduino a la computadora que se utilizara para desarrollar el programa que transforma al Arduino en el producto deseado. Utilizando el IDE de Arduino compilamos el programa, si no existen errores se procede a desplegar el programa que está en la computadora al Arduino. A partir de este punto se puede comenzar con las pruebas correspondientes o testing. En Fig. 3 se muestra el proceso de construcción de un producto con Arduino.

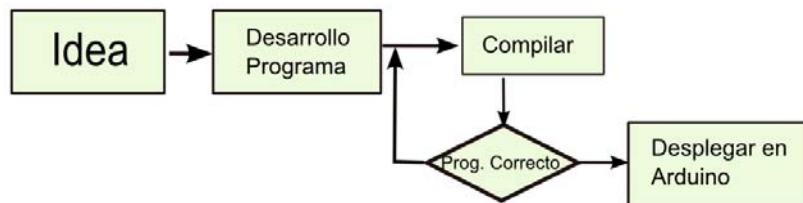


Fig. 3 Proceso de construcción de un producto con Arduino

En realidad el proceso de desarrollo es iterativo basado en prototipación, es decir, que se arriba al producto final mediante la prototipación incremental.

Arduino está siendo ampliamente utilizado para el desarrollo de productos a nivel prototipo. Es importante mencionar que Arduino favorece a la innovación, o a motivar el espíritu innovador, pero de ninguna manera el sólo hecho de usarlo asegura que se conseguirá un producto innovador.

6 Experiencias académicas. Innovación y software en las aulas.

En este apartado relatamos dos experiencias que relacionan software e innovación, que tuvieron por objetivo motivar el espíritu innovador utilizando la plataforma de hardware abierta Arduino.

La primera experiencia estuvo focalizada en el software con intención de ser utilizarlo en innovación, la segunda, se enfocó en temas de innovación utilizando el software como un camino para innovar. En otras palabras, en la primera experiencia

no se trabajo en la concepción de las ideas, éstas estaban preconcebidas, en la segunda experiencia se trabajo en la generación de ideas para prototipar con Arduino. Se desarrollaron dos experiencias, en la modalidad de taller:

- Taller introducción a la programación de Arduino
- Taller de creatividad e innovación. incorporando hardware y software flexibles en la concepción de nuevos productos.

6.1 Taller introducción a la programación de Arduino

El objetivo del taller fue introducir a los alumnos en el conocimiento de la plataforma Arduino, diseño de prototipos básicos y programación con lenguaje Arduino para el diseño de sistemas y/o productos interactivos. El taller estuvo dirigido a alumnos de las carreras de informática e ingeniería.

Unos 20 estudiantes asistieron a este taller pertenecientes a las carreras de informática, ingeniería electrónica e ingeniería industrial. Para desarrollo de prácticas, se plantearon desafíos en los cuales se debía desarrollar tanto el componente de hardware como el componente de software, a fin de prototipar la solución. Los alumnos trabajaron en grupos de hasta 5 personas y tuvieron una semana para desarrollar su prototipo. A cada grupo se le proveyó de un kit de equipamiento básico y materiales para el desarrollo que constaba de: 1 tester, 1 plataforma Arduino, 1 experimentor, potenciómetro, juego de llaves, leds, resistencias, displays, etc.

Los desafíos fueron los siguientes:

Free Drink. A un innovador barman se le ocurrió la siguiente idea para incrementar las ventas en su bar: Presentar un escala visual de 5 luces de la más débil a la más intensa, conforme avanzan las ventas hay un algoritmo que enciende la siguiente luz en la escala (caso simple: cada \$1000), así hasta llegar a la última. Cuando llega al color más intenso, se declara una vuelta de bebidas gratis y la escala vuelve al punto más débil.

Ecuilizador de luces. En una obra de teatro para crear distintos ambientes se necesita que la iluminación cambie de amarillo a rojo, luego de rojo a azul y por último de azul a blanco de manera incremental y lenta. Es decir que en un determinado momento pueden existir dos colores con distinta intensidad.

Pedido de Peatonal. Se necesita programar dos semáforos para un paso peatonal en una ruta. Caso autopista: Este semáforo se activará solo cuando el peatón solicite la pasada apretando el botón ubicado en un pilar al costado de la ruta. Caso Urbano: Aquí cuando un peatón presiona el botón hay un algoritmo que determina cuándo darle luz verde al peatón, este tiempo va a depender del tráfico y del estado de los semáforos de la esquina.

Reloj de Leds. Con 6 leds diseñar un reloj de arena para un juego que marque 2 minutos. Podrías proponer otro modelo de reloj?

Temporizador programable. Dada una luz intensa, se desea que la luz se desvanezca en un cierto periodo de tiempo, este período debe ser regulado por el potenciómetro, tal como podría hacerlo un alumbrado exterior, cuando aclara la luz natural se apaga el alumbrado.

6.2 Taller de creatividad e innovación. Incorporando Hardware y Software Flexibles en la concepción de nuevos productos.

Se planteó como una continuación del taller anterior, ya que se trabajó considerando que los asistentes estaban iniciados en la tecnología de Arduino. Como el taller estaba abierto a todos los estudiantes se hizo una breve introducción a este tema, y se mostraron los prototipos resultantes del taller anterior a fin de poner a todos los asistentes en conocimiento.

El objetivo de este taller fue introducir conceptos de gestión de la innovación y técnicas de creatividad. Teniendo en cuenta que los participantes ya conocían la tecnología de Arduino, se propuso este taller para la generación de ideas a desarrollar con Arduino.

Con una convocatoria más amplia, hubo presencia de estudiantes de las carreras de informática, ingeniería electrónica, ingeniería industrial y diseño industrial. El taller se realizó con 18 estudiantes. Para el desarrollo de prácticas se propuso como eje temático el desarrollo de juguetes tecnológicos y se hicieron dos sesiones de creatividad aplicando dos de las técnicas presentadas.

6.3 Evaluación de las experiencias

Para los asistentes a los talleres, se pudo observar que las tecnologías de hardware abierto fueron una revelación, en el taller de Arduino, se lograron resultados sorprendentes para todos, se plantearon los desafíos y las soluciones fueron más allá de estos. Se establecieron vínculos y se valoró el trabajo multidisciplinario, todos fuimos testigos de cómo los unos enseñaban a los otros, cada uno explotando sus capacidades. Puede decirse que se formó una pequeña comunidad con vistas a seguir trabajando en las ideas de proyectos surgidas en las sesiones de creatividad.

Ambas experiencias fueron muy positivas, para docentes y alumnos. Desde el punto de vista de los docentes, entre otras cosas, permitieron conocer lo que podríamos llamar la apertura mental de los estudiantes, es decir, se pudo tener una noción de cuán abiertos mentalmente están los alumnos para proponer o aceptar nuevas ideas. Donde encontramos dificultades para previsualizar los productos en su completitud, solo se enfocaban en las áreas más pertinentes a su formación, los estudiantes informáticos ansiosos por resolver el tema relacionado al software y los estudiantes de ingeniería preocupados por la solución de hardware.

Esto se acentuó más en las sesiones de creatividad al punto que en algunos casos, para expresar una idea, en la instancia de pensamiento divergente, empezaban explicando la solución tecnológica para desarrollarla. Fue muy difícil lograr un pensamiento claramente divergente. Asimismo, se concibieron más de veinte ideas factibles técnicamente y muy novedosas.

También fue muy enriquecedora la experiencia para los docentes en otros aspectos, ya que fue la primera. Se ganó experiencia en dinámica de grupos, debiendo reconocer que fue muy difícil lograr la atmósfera adecuada en la sesión de creatividad, lo cual dejó la enseñanza que para esta actividad es mejor una localización que no sea en el mismo ámbito de la facultad, en un ambiente más propicio. En cuanto a lo institucional cuando se propuso la iniciativa, siendo totalmente extra curricular, hubo opiniones encontradas, apoyos y rechazos en los

colegas. En cuanto al vínculo logrado con los estudiantes, la experiencia fue muy buena, sirvió para ponernos a todos, docentes y estudiantes, en conocimiento del gran potencial que puede tener las personas cuando trabajan motivadas, en conjunto, integradas con otras personas de otras especialidades.

7 Conclusiones

Se ha intentado poner de manifiesto la importancia de la relación software e innovación desde una perspectiva actual de la industria. La necesidad que existe que la ingeniería de software y la ingeniería de innovación se integren y complementen en pos de generar valor. Se ha expuesto en qué consiste una plataforma de hardware abierta y como esta se pueden transformar en un medio para explotar la creatividad y transformar ideas en productos innovantes. Enfocándonos en Arduino, una plataforma de hardware abierta se ha descrito una experiencia académica que vincula al software y a la innovación. El objetivo de la experiencia fue motivar el espíritu innovador de los alumnos enfocándonos en el desarrollo de productos que tienen como base al software y hardware flexible. Al evaluar las experiencias hemos denotado los aspectos más notables de las mismas.

8 Trabajos Futuros

Como trabajos futuros se propone el desarrollo de talleres que traten sobre herramientas de gestión de la innovación con el objetivo de seguir instalando la cultura de la innovación en la comunidad universitaria, el cual creemos que es el medio más propicio para la proliferación de nuevas ideas y generación de productos innovadores que se apoyan en el trabajo multidisciplinario.

Referencias

- 1 Zhao, J.L., Intelligent Agents for Flexible Workflow Systems. AIS Americas. Conference on Information Systems, Baltimore. Maryland, 1998.
- 2 Nelson, K.M., H.J. Nelson, and M. Ghods, Technology flexibility: conceptualization, validation, and measurement. HICSS97- Maui-Hawaii, 1997.
- 3 Greenfield, J. and K. Short, Software Factories: Assembling Applications with Patterns, Models, Frameworks, and Tools. Wiley. 2004
- 4 Dehoff, K. and D. Neely, Innovation and product development: Clearing the new performance bar. , in Booz Allen Hamilton. 2004: <http://www.boozallen.com/media/file/138077.pdf>.
- 5 Nussbaum, B., R. Berner, and D. Brady, Get creative! How to build innovative companies., in Business Week. 2005: http://www.businessweek.com/magazine/content/05_31/b3945401.htm.
- 6 Leadbeater, C., We-think: Mass innovation, not mass production. 2008, London: Profile Books.
- 7 Rubner, J., Tuned in to today's megatrends, in Siemens's Pictures of the future. 2005.: http://w1.siemens.com/innovation/pool/en/publikationen/publications_pof/pof_fall_2005

/corporate_technology/interview_with_claus_weyrich/pof205_editorial_1326165.pdf. p. 90-91.

- 8 Christensen, C.M., The innovator's dilemma: When new technologies cause great firms to fail. . 1997, Boston: Harvard Business School Press.
- 9 Weil, T., Open innovation and the management of innovation. Global open innovation networks, OECD Mines Paristech, CERNA Innovation. , 2009 (<http://www.oecd.org/sti/inno/42053837.pdf>).
- 10 Boly, V., Ingénierie de l'innovation. Lavoisier - Hermes Science. Paris, France, 2008. ISBN 978-2-7462-1798-0.
- 11 Oshwa, Open Source Hardware Association. <http://www.oshwa.org/>, 2013.
- 12 OUYA, OUYA the console game. <http://www.ouya.tv/>, 2013.